

KAJI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK SEBUAH DINAMOMETER SASIS ARUS EDDY

Nazaruddin Sinaga¹⁾ & Budhi Prasetyo²⁾

1) Program Studi Magister Teknik Mesin Pasca Sarjana UNDIP Semarang

2) Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Semarang

2) Mahasiswa Magister Teknik Mesin Pasca Sarjana UNDIP Semarang

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Semarang, Kotak Pos 6199/SMS Semarang 50275

Telp. 7473417, 7499585 (Hunting) Fax. (024) 7472396

Abstrak

Tujuan dari eksperimen ini adalah membuat sebuah dynamometer sasis arus Eddy, menentukan temperatur maksimum pada rotor dynamometer, mengetahui hubungan antara beban dynamometer terhadap daya input yang diperlukan, mendapatkan kurva hubungan torsi dan daya terhadap putaran kendaraan dan memberikan saran-saran untuk meningkatkan unjuk kerja dynamometer.

Sebagai tambahan untuk digunakan dalam menentukan torsi atau karakteristik tenaga dari mesin dalam tes (Machine Under Test), Dynamometer juga mempunyai peran lain dalam siklus standar uji emisi, seperti yang digambarkan oleh US Environmental Protection Agency (US EPA), dynamometer digunakan untuk membuat simulasi jalan baik untuk mesin (dengan menggunakan dynamometer mesin) atau kendaraan secara penuh (dengan menggunakan dynamometer sasis). Pada eksperimen ini kami membuat dynamometer sasis arus Eddy berpendingin udara kapasitas 130 KW 4000 rpm untuk di amati karakteristiknya dengan pengujian menggunakan kendaraan bermotor roda empat dengan kapasitas 1000 CC torsi 9,9 kg.m, dari pengujian menunjukkan bahwa data hasil yang diperoleh tidak berbeda dengan data spesifikasi dari kendaraan mobil tersebut, maka dynamometer yang dibuat mampu digunakan untuk menguji mobil dgn spesifikasi tersebut. Sedangkan dari hasil pengukuran temperatur plat rangka rugi-rugi dengan 12 sudu pendingin ternyata panas maksimum yang di hasilkan pada arus 40 A yaitu sebesar 111°C masih aman dalam eksperimen ini.

Kata Kunci : *Dynamometer arus Eddy*

1. Pendahuluan

1.1 Dynamometer Absorber

Sesuai dengan namanya dynamometer ini menyerap daya yang diukur kemudian disebarkan kesekelilingnya dalam bentuk panas karenanya dynamometer ini secara khusus bermanfaat untuk pengukuran tenaga atau daya, torsi yang dikembangkan oleh sumber-sumber tenaga seperti motor bakar, motor listrik dan sebagainya. Dynamometer ini dibagi menjadi empat macam yaitu : dynamometer mekanis, hidroulik, udara dan listrik.

Pada dynamometer mekanis penyerapan daya dilaksanakan dengan memberikan gesekan mekanis sehingga timbul panas. Panas ini dipindahkan kesekeliling dan kadang-kadang juga didinginkan oleh fluida pendingin yang lain , misalakan air.

Sedangkan dynamometer hidroulik atau dynamometer air adalah menggunakan fluida cair untuk mengubah daya mekanis

menjadi energi panas. Fluida yang digunakan biasanya air sehnigga dynamometer ini sering disebut dynamometer air.

Untuk dynamometer udara penyerap daya yang diukur, dynamometer ini menggunakan udara atmosfer. Penyerapan daya yang terjadi karena gesekan yang timbul antara udara dengan sebuah rotor berupa kipas yang berputar.

Dynamometer listrik pada dasarnya pengereman yang terjadi pada dynamometer listrik akibat pemotongan medan magnet oleh pergerakan bahan konduktor. Ada 2 tipe dynamometer listrik yaitu :

- Dynamometer arus eddy :

Dynamometer ini terdiri dari suatu rotor yang digerakkan oleh suatu motor yang tenaganya akan diukur dan berputar dalam medan magnet. Kekuatan medan magnetnya dikontrol dengan merubah arus sepanjang susunan kumparan yang ditempatkan pada kedua sisi dari rotor. Rotor ini bertindak

sebagai konduktor yang memotong medan magnet. Karena pemotongan medan magnet itu maka terjadi arus dan arus ini diinduksikan dalam rotor sehingga rotor menjadi panas.

- Dinamometer generator :

Pada prinsipnya bidang gerak dinamometer ini diputar secara terpisah baik dengan mengutamakan pipa-pipa saluran utama atau *buttery* yang mempertahankan suatu tegangan yang konstan. Seluruh mesin ditumpu dengan *ball bearing*, *casing* menahan sebuah lengan torsi untuk menjadikan seimbang torsi mesin. Torsi mesin disebarkan pada *casing* oleh daya tarik medan magnet yang dihasilkan ketika jangkar sedang berputar dan mengeluarkan tenaga listriknya pada aliran sebelah luar dinamometer. Tenaga mesin yang diserap akan membangkitkan tenaga listrik di dalam rangkaian jangkar. Dinamometer dipasang pada bantalan ayun dan mengukur momen yang ditimbulkan karena kecenderungan *casing* berputar.

1.2 Prinsip Operasi Daya Dinamometer

Tindakan sebuah dinamometer menyerap sebagai beban yang digerakkan oleh penggerak utama yang sedang diuji. Dinamometer harus mampu beroperasi pada kecepatan dan beban apapun untuk setiap tingkat torsi yang dibutuhkan. Daya yang diserap oleh dynamometer diubah menjadi panas dan panas umumnya terdisipasi ke udara atau ditransfer ke pendingin air yang terdisipasi ke udara.

Pada dinamometer daya (P) tidak diukur secara langsung , melainkan dihitung dari torsi (τ) dan nilai-nilai kecepatan sudut (ω) atau gaya (F) dan kecepatan linear (v):

$$P = \tau \cdot \omega \quad \text{atau} \quad P = F \cdot v \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : P adalah daya dalam watt, τ adalah torsi dalam newton meter, ω adalah kecepatan sudut dalam radian per detik, F adalah gaya dalam newton dan v adalah kecepatan linear dalam meter per detik

Pembagian dengan konversi yang konstan mungkin diperlukan tergantung pada unit ukuran yang digunakan.

Untuk satuan HP,

$$P_{hp} = \frac{\tau \text{ lb.ft.} \cdot \omega \text{ RPM}}{5252} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : P_{hp} adalah daya *horse power*, $\tau \text{ lb.ft.}$ adalah torsi dalam *pound-feet*, $\omega \text{ RPM}$ adalah kecepatan rotasi dalam revolusi per menit.

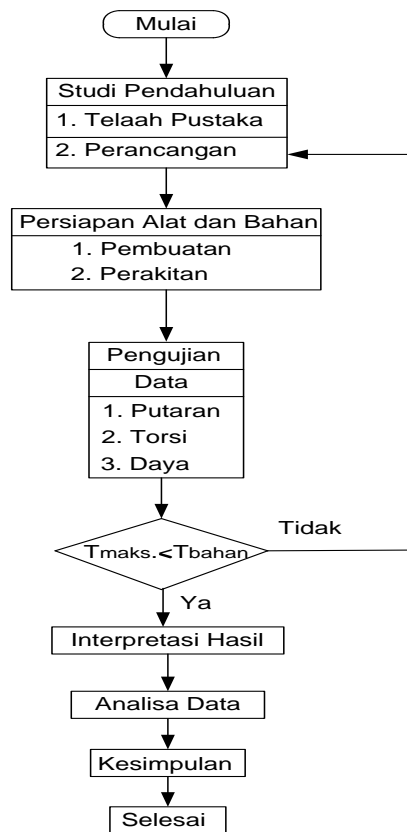
Untuk satuan kW,

$$P_{kW} = \frac{\tau \text{ N.m} \cdot \omega \text{ RPM}}{9549} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : P_{kW} adalah daya dalam kilowatt, $\tau \text{ N.m}$ adalah torsi dalam newton meter, $\omega \text{ RPM}$ adalah kecepatan rotasi dalam revolusi per menit.

2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini mencakup pembuatan dinamometer dan di titik beratkan pada pengkajian pengukuran temperatur yang timbul pada dinamometer, seperti diperlihatkan diagram alir berikut ini.



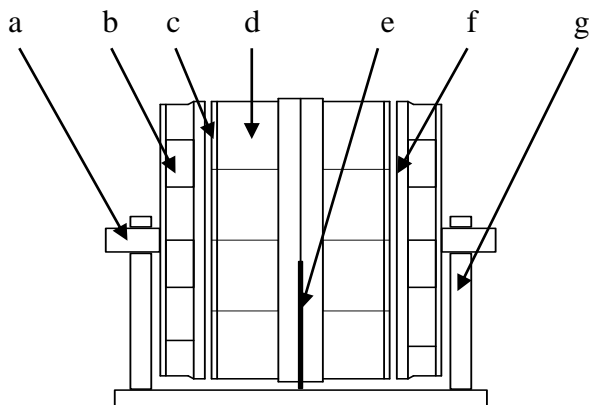
Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

2.1 Ketentuan Umum

Banyak kasus sangat sulit untuk menciptakan rancangan yang memenuhi semua spesifikasi teknis dan kriteria biaya serta ketahanan sesuai yang kita inginkan. Kita tidak mungkin dapat menciptakan suatu mesin yang murah dan tahan lama dengan mudah. Hal ini terjadi karena mesin yang memiliki umur yang panjang terbuat dari bahan yang berkualitas tinggi sudah pasti tidak murah. Berbagai persyaratan performa mesin harus tetap dipenuhi, namun titik temu antara unsur biaya dan ketahanan dapat diperoleh.

2.3 Perancangan Alat

Perancangan dinamometer yang dibuat adalah jenis dinamometer arus eddy pendingin udara. Bagian-bagian utama dari perancangan dinamometer seperti terlihat pada gambar 2.2.



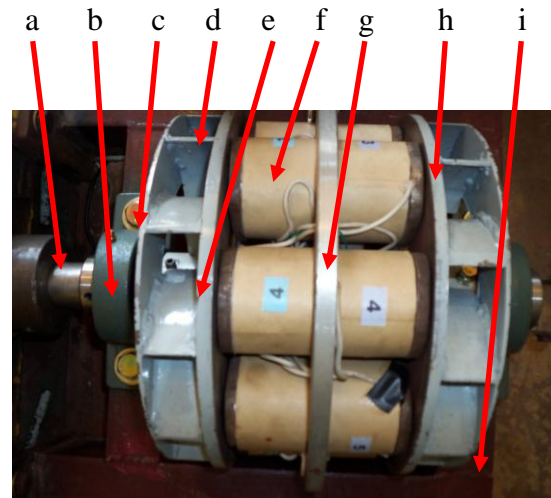
Gambar 2.2 Hasil Rancangan Dinamometer

Keterangan gambar :

- a. Poros b. Sudu c. Sepatu kutub d. Belitan
e. Timbangan f. Plat rugi-rugi g. Duduka.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pembuatan Dinamometer.



Gambar 3.1 Hasil pembuatan dinamometer.

Keterangan :

- a. Poros f. Belitan
b. *Bearing pillow blok* g. Plat alumunium
c. Plat sudu h. Sepatu kutub
d. Sudu i. Dudukan
e. Plat rugi-rugi

Spesifikasi :

Tegangan : 12 Volt/DC, Putaran : 4000 rpm

Arus : 48 (A), $KW = \frac{Nm \times rpm}{9549}$

Daya : 130 kW

3.2 Pengukuran Temperatur

Pemasangan peralatan untuk pengujian adalah:

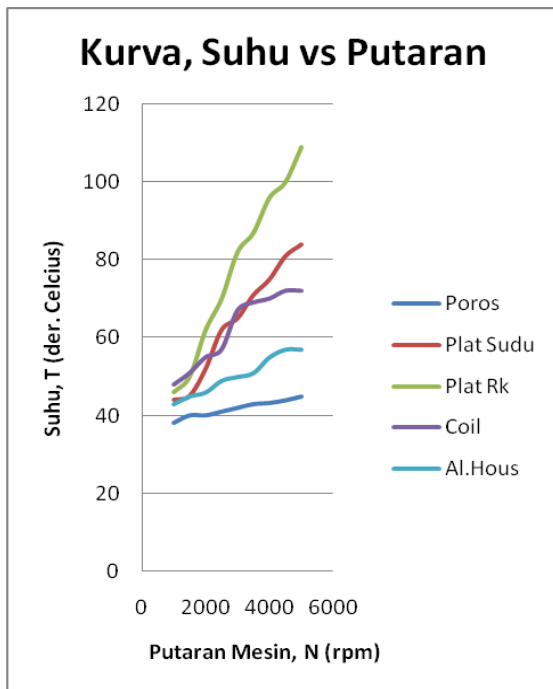
Dinamometer dihubungkan ke roll penggerak yang diputar oleh roda mobil. Dinamometer diberi sumber tegangan arus searah, juga dihubungkan ke lengan timbangan untuk mendapatkan massa. Poros dinamometer dihubungkan ke tachometer untuk mengukur putaran poros, sedangkan di engine dihubungkan tachometer untuk mengukur putaran engine. Gardan depan mobil diikat pada chasis supaya mobil tidak bergeser kekiri atau kekanan. Blower dipasang di depan mobil untuk mendinginkan mesin mobil dan siap dilakukan pengujian.

Tabel.3.1 Hasil Pengukuran Suhu pada arus 40 A.

| I=40A | | | | | | |
|-------|-------|---------------------|-----------|-------------|------|--------------------|
| Ne | Np | Suhu (der. Celcius) | | | | |
| (rpm) | (rpm) | Poros | Plat sudu | Plat rangka | Coil | Aluminium Housing. |
| 1000 | 272 | 38 | 44 | 46 | 48 | 43 |
| 1500 | 539 | 40 | 45 | 50 | 51 | 45 |
| 2000 | 729 | 40 | 52 | 62 | 55 | 46 |
| 2500 | 877 | 41 | 62 | 70 | 57 | 49 |
| 3000 | 1454 | 42 | 65 | 82 | 67 | 50 |
| 3500 | 1628 | 43 | 71 | 87 | 69 | 51 |
| 4000 | 1783 | 43,3 | 75 | 96 | 70 | 55 |
| 4500 | 2045 | 44 | 81 | 100 | 72 | 57 |
| 5000 | 2166 | 45 | 84 | 109 | 72 | 57 |
| 5500 | 2405 | 48,2 | 87 | 111 | 72 | 57 |

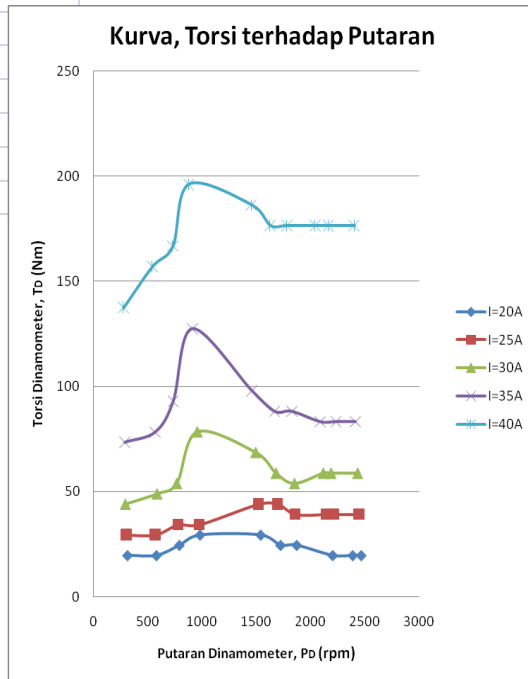
pada rotor disebabkan adanya kenaikan putaran yang makin lama makin besar hal ini ada kaitannya dengan arus eddy yang makin besar pula pada plat-plat rotor, Seperti terlihat pada kurva di bawah.

3.3 Pengukuran Torsi dan Daya.

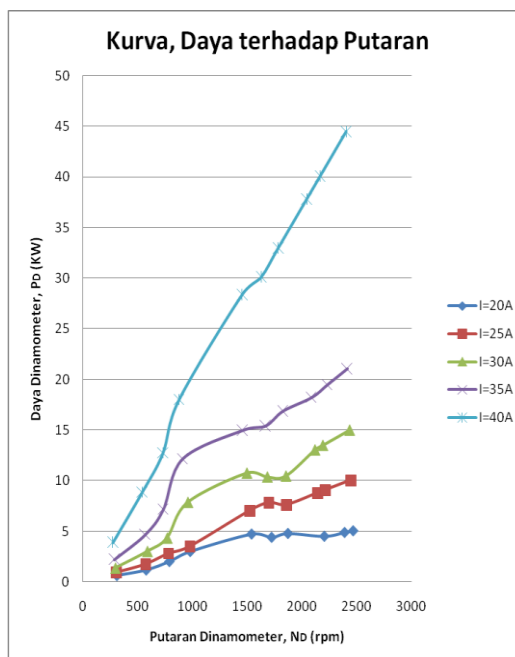


Gambar 3.2. Kurva Pengukuran Suhu.

Pada masukan arus 40 A terlihat suhu awal coil merupakan suhu tertinggi yaitu 48°C ini terjadi karena coil adalah yang pertama kali mendapatkan panas dari lonjakan arus, tetapi suhu tertinggi bahkan sangat tinggi terjadi pada plat rangka rugi-rugi sebesar 111°C. Sedangkan kenaikan suhunya masing-masing poros 10,2°C, aluminium housing 14°C, coil 24°C, plat sudu 43°C dan plat rangka rugi-rugi 65°C. Kenaikan suhu yang terjadi pada stator dikarenakan adanya penambahan arus coil yang bertahap, sedangkan kenaikan suhu



(a)



(b)

Gambar 3.3 (a) dan (b) Kurva pengukuran Torsi & Daya.

Pada pengujian untuk putaran *engine* diatur secara bertahap dari 1000 rpm sampai 5500 rpm. Hasil pengujian dinamometer pada $I = 40$ A seperti terlihat pada tabel 4.4 menghasilkan beban sekitar 36 kg, hasil perhitungan menunjukkan untuk putaran *engine* 5500 rpm dan putaran dinamometer 2405 rpm diperoleh daya dinamometer 60,4836 PS (44,47323 KW) dan torsi dinamometer 176,56 Nm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan alat Dinamometer, dan kajian eksperimental karakteristik Dinamometer Arus Eddy diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Prototipe alat Dinamometer yang direncanakan mempunyai kapasitas 130 KW, sedangkan kapasitas yang dihasilkan 133 KW torsi 317 Nm 4000 rpm, pada tegangan sumber 12 Volt dan arus 40 A. Hasil ini bisa digunakan untuk pengujian kendaraan bermotor mobil yang mempunyai torsi 95,95 Nm.
2. Torsi yang dihasilkan dynamometer hanya bergantung pada besarnya arus coil, semakin besar arus yang di berikan maka semakin besar pula torsi yang dihasilkan.
3. Sedangkan panas yang timbul pada plat rotor rangka rugi-rugi di samping tergantung pada besar arus coil juga kecepatan putaran rotor, semakin besar arus coil dan semakin cepat putaran rotor semakin besar pula panas yang timbul karena adanya arus pusar (*Eddy Current*) pada plat rangka rugi-rugi yang semakin tinggi. Pada pengujian suhu tertinggi terjadi pada 111°C pada arus 40 A dan putaran mesin mobil 5500 rpm.

Daftar Pustaka

- Montien Kaenson and Sataporn Klylung, A** *150-kW Low Cost Engine Hydrostatic Dynamometer: Design and Feasibility Study* Raksit THITIPATANAPONG Embedded System Tech. Res. Lab., National Electronic & Computer Technology Center, Thailand. Automotive Engineering Department, Faculty of Engineering, Sripatum University, Thailand.
- James Kennicutt**, Discovering and Analyzing Magnetic Fields with Solenoids in Introductory Physics Dept. of Physics, SUNY-Buffalo State College, 1300 Elmwood Ave, Buffalo, NY 14222 <jrk9@buffalo.edu>
- Arons, A.**(1997). *Teaching Introductory Physics*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Frankel, M.** (2009, July 2). Physics Simulations, Retrieved from: [http://phet.colorado.edu/simulations/index.php?cat=Electricity Magnets and Circuits](http://phet.colorado.edu/simulations/index.php?cat=Electricity_Magnets_and_Circuits)
- Sawicki, C.A.** (1997). Magnetic field demonstration/mystery. *The Physics Teacher*, 35(4), 227-229.
- Tata Surdia**, Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya Paramita, Jakarta, 1985.
- William D. Callister, Jr.**,(2007) *Material Science and Engineering*, John Wiley & Sons, Inc, United States of America,.
- Pintossi, F.** (2003) *Investigation into the heat transfer and pressure losses in a high speed dynamometer*. Masters Thesis, Imperial College Lond